



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA
PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA QUE PRODUCE *CHOW MEIN* EN UNA
EMPRESA DE PASTAS, MEDIANTE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN**

Noé Ephraim Hernández Ramírez

Asesorado por el MSc. Ing. Dennis M. Homero Chinchilla C.

Guatemala, julio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA
PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA QUE PRODUCE *CHOW MEIN* EN UNA
EMPRESA DE PASTAS, MEDIANTE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NOÉ EPHRAIM HERNÁNDEZ RAMÍREZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. DENNIS M. HOMERO CHINCHILLA C.

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

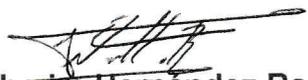
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA
PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA QUE PRODUCE *CHOW MEIN* EN UNA
EMPRESA DE PASTAS, MEDIANTE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios Posgrado, con fecha mayo de 2014.


Noé Ephraim Hernández Ramírez



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-0013-2014

Guatemala, 23 de abril de 2014.

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Industrial
Presente.

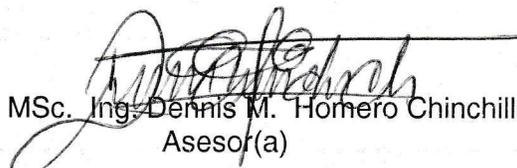
Estimado Director:

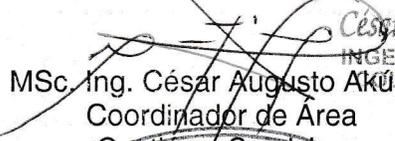
Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Noé Ephraim Hernández Ramírez** carné número **2006-14913**, quien optó la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

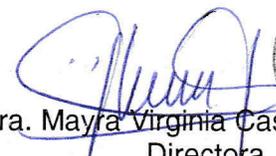
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

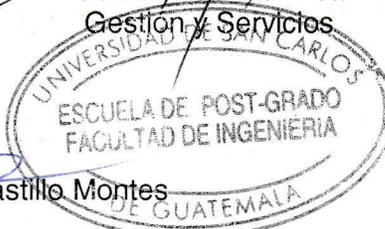
Sin otro particular, atentamente,

“Id y enseñad a todos”


MSc. Ing. Dennis M. Homero Chinchilla C.
Asesor(a)
Dennis Corado Chinchilla
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 3,879


MSc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios
César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 4,073


Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la



REF.DIR.EMI.115.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA QUE PRODUCE CHOW MEIN EN UNA EMPRESA DE PASTAS, MEDIANTE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Noé Ephraim Hernández Ramírez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2014.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

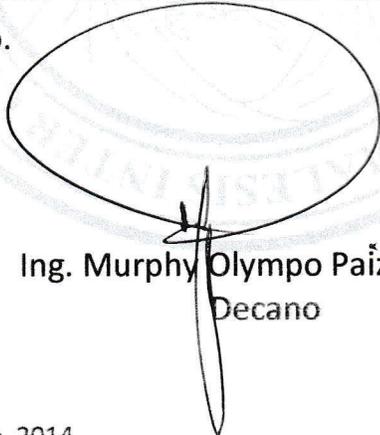


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 324.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA QUE PRODUCE CHOW MEIN EN UNA EMPRESA DE PASTAS, MEDIANTE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Noé Ephraim Hernández Ramírez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 8 de julio de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque sin él, nada es posible.
Mis padres	Maura Ramírez y Rigoberto Hernández, a pesar de su ausencia, siempre han estado conmigo.
Mis hermanos	Llani, Manases, Rebeca, Isai y Walter Hernández Ramírez (q.e.p.d.), los impulsores de mis logros.
Mi amigo	Gustavo Nájera, por su constante y valioso apoyo.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme permitido ingresar a sus clases y formarme en profesional.
Asesor	MSc. Ing. Dennis M. Homero Chinchilla C., por brindarme su apoyo en la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES	1
2. JUSTIFICACIÓN	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
4. OBJETIVOS	13
5. ALCANCES /DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	15
5.1. Ámbito geográfico	15
5.2. Unidad de tiempo	16
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
7. MARCO TEÓRICO	19
7.1. Antecedentes y herramientas de manufactura esbelta	19
7.1.1. Taichi Ohno y la generación de desperdicios	19
7.1.2. Manufactura esbelta	20
7.1.3. Objetivos de manufactura esbelta	21

7.1.4.	Pensamiento esbelto	22
7.1.5.	Los 5 principios del pensamiento esbelto	22
7.1.6.	Los 7 desperdicios que hay que eliminar de los sistemas de producción	23
7.1.7.	Las herramientas de manufactura esbelta	26
7.1.7.1.	<i>Takt Time</i>	26
7.1.7.2.	5´S.....	27
7.1.7.3.	Justo a tiempo	28
7.1.7.4.	Sistema de jalar.....	28
7.1.7.5.	Células de manufactura	30
7.1.7.6.	Control visual	31
7.1.7.7.	<i>Kanban</i>	32
7.1.7.8.	Producción nivelada (<i>Heijunka</i>).....	32
7.1.7.9.	Verificación de proceso (<i>Jidoka</i>)	33
7.1.7.10.	Dispositivos para prevenir errores (<i>Poka Yoke</i>)	34
7.1.7.11.	Indicador visual (<i>Andon</i>).....	35
7.1.7.12.	Cambio rápido de modelo (SMED)....	36
7.1.7.13.	Mejora continua (<i>Kaizen</i>)	37
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	39
9.	MARCO METODOLÓGICO	43
9.1.	Tipo de estudio	43
9.2.	Diseño de la investigación	43
9.3.	Variables cuantitativas a medir	44
9.4.	Indicadores	44
9.5.	Plan de muestreo	45
9.6.	Diseño de instrumentos de recolección de información	45

9.6.1.	Formato de la hoja de toma de tiempos	48
9.6.2.	Encuesta.....	51
9.6.3.	Libreta de anotaciones	54
10.	TÉCNICA DE ANÁLISIS DE DATOS	55
11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	59
12.	RECURSOS	61
12.1.	Humanos	61
12.2.	Materiales	61
12.3.	Financieros	62
13.	BIBLIOGRAFÍA	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vista satelital de la empresa de pastas	15
2.	Metodología para la toma de tiempos	47
3.	Formato para el registro de la toma de tiempos	48
4.	Descripción de elementos que componen el formato de toma de tiempos.....	50
5.	Polígonos de frecuencia.....	56
6.	Histogramas.....	56
7.	Gráficos de pie.....	57
8.	Cronograma de actividades.....	59

TABLAS

I.	Prerequisitos y características de una célula <i>lean</i>	30
II.	Distribución de gastos en estudio	62

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje

GLOSARIO

<i>Andon</i>	Señal utilizada para indicar ayuda.
<i>Célula lean</i>	Línea de producción utilizada como plan piloto para la implementación de la manufactura esbelta.
<i>Desperdicio</i>	Todo aquello que no agrega valor en la producción.
<i>Kaizen</i>	Palabra japonés, cuyo significado es mejora continua.
<i>Kanban</i>	Herramienta que indica a la estación anterior, que ya puede iniciar a producir.
<i>Lean Manufacturing</i>	Conjunto de herramientas utilizados para la reducción de desperdicios.
<i>Takt time</i>	Indica el número de elementos producidos por unidad de tiempo.
<i>Tiempo cronometrado</i>	Tiempo tomado directamente en la estación de trabajo. Este tiempo aún no tiene incluido la calificación de la actitud, ni el tiempo debido a las concesiones.

Tiempo estándar	Suma del tiempo normal más las concesiones (iluminación, ruido, trabaja de pie, sentado, entre otros).
Tiempo normal	Suma del tiempo cronometrado más la calificación de la actitud.
Restricción	Limitación del desempeño de un proceso.

RESUMEN

La demanda de pastas, específicamente de *chow mein*, ha incrementado su volumen, razón que trae implícita que incremente el pago de horas extras en la línea encargada de la producción de la mencionada pasta. Sin embargo, a pesar del pago de horas extras, no se logra cumplir con la cantidad de producto solicitado por el cliente. En conjunto con la aparente falta de capacidad de la línea, aparecen desperdicios entre una y otra estación que son generados por el inventario en proceso que se acumula, los reprocesos, el tiempo de espera entre una y otra actividad, los movimientos innecesarios, entre otros.

Es bien sabido que el mercado, día con día, es más exigente en lo que pide, es decir, es más exigente en lo concerniente a calidad, tiempos de entrega y precios más accesibles. En respuesta a lo descrito anteriormente, la empresa de pastas en estudio busca soluciones que apoyen a mejorar la respuesta hacia el mercado en todos los sentidos y que además no sean solo momentáneas, sino que mejoren continuamente creando valor para el cliente.

El conjunto de herramientas que proporciona la manufactura esbelta, ha permitido que empresas de diversas índoles (no importa si se dedican a la fabricación de productos o a prestar servicios) se adapten a las peticiones de los mercados a nivel mundial, ya que son herramientas que buscan mejorar continuamente y adaptarse según sea la situación de la empresa. Desde que esta metodología tuvo su origen en Japón, hasta la fecha ha contribuido a que el empresario realmente entienda lo que es el valor desde el punto de vista del cliente.

Con la implementación de la metodología de manufactura esbelta en la línea que se encarga de la producción de *chow mein* se pueden descubrir y eliminar todas aquellas actividades que no generan valor para el cliente, además de mejorar significativamente la calidad, el tiempo de proceso, así como el costo de producción.

INTRODUCCIÓN

La división molinera de la corporación posee instalaciones para elaborar harina de trigo, pastas y galletas en Guatemala, El Salvador, Costa Rica y República Dominicana. En El Salvador fabrica también harina de maíz y tiene una importante presencia comercial en Honduras, Nicaragua, Puerto Rico y Haití, países hacia los cuales exporta sus productos.

Esta corporación cuenta con dos líneas de negocio, cuyos nombres son; Harinas y Alimentos y Consumo (A&C). La instalación de pastas pertenece a la línea de negocio de alimentos y consumo, esta inició sus operaciones en 1978, y actualmente en 2014 tiene presencia en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, ofreciendo a sus consumidores diversos productos como: *espaguetti*, macarrón, linguini, arquitos, lasagna, corbatón, corbatilla, coditos y tornillos, *chow mein*, entre otros.

En el área de pastificio de la planta, se lleva a cabo la producción de *chow mein* por medio de una máquina que se encarga del deshidratado de la harina, cuando esta se encuentra preparada; sin embargo, en los últimos meses se ha podido ver un incremento en la deficiencia de entrega de pedido, es decir, no se logran alcanzar las metas establecidas, además la cantidad de desperdicios generados durante el proceso de producción es bastante voluminoso, generándose con esto, la pérdida de espacio en planta, atrasos en el momento de transitar de un lugar a otro y lo más importante, la pérdida de la materia prima.

Diversas son las razones por las que se piensa, no se logra cumplir con los objetivos de producción, sin embargo, existen dos razones principales en las cuales se focalizan el mayor problema; uno es en la falta de capacidad de la maquinaria que se encarga del proceso de deshidratación de harina y el otro, es la acumulación de desperdicios que se genera en la mayor parte del piso de planta.

Este trabajo de investigación tiene por objetivo, proponer una metodología de producción que elimine o disminuya el problema de las “Metas no alcanzadas en el proceso de producción de *chow mein* a causa de desperdicios generados y la falta de capacidad de la maquinaria”, para que de esta forma se pueda obtener un incremento en la productividad de la mencionada línea de producción y así apoyar el fortalecimiento en el Departamento de Producción de *chow mein* de la empresa de pastas.

A continuación se da una breve descripción del contenido de cada uno de los capítulos del trabajo de investigación:

Capítulo 1

Antecedentes y generalidades; este capítulo se enfoca en todo lo que tiene que ver con los antecedentes de la corporación e instalaciones de la empresa de pastas, así como la teoría referente a la metodología de manufactura esbelta y las herramientas que la componen.

Capítulo 2

Situación actual; este capítulo dejará ver claramente cómo se encuentra operando en toda la línea de producción de *chow mein*, también se enfoca en el proceso administrativo y los métodos de producción que se siguen en la manufactura de la pasta.

Capítulo 3

Propuesta de una metodología para el incremento de la productividad en la línea productora de *chow mein*; acá se dejará ver claramente cómo es la nueva metodología de producción que se basa en la reducción de los desperdicios. Asimismo, se presentan sus ventajas y desventajas, se mostrarán los flujogramas de antes y después de la implementación de la metodología propuesta, entre otras cosas.

Capítulo 4

Seguimiento, evaluación y control de la nueva metodología de producción; este es el capítulo final y por ende se especificarán los lineamientos para la adecuada ejecución de la nueva metodología de producción, también se enfatizará en los resultados obtenidos, su interpretación, las acciones correctivas a tomar, la revisión, la evaluación y control de los resultados.

1. ANTECEDENTES

La división molinera de la corporación es la división que se dedica a la producción y comercialización de productos derivados de cereales en Centroamérica y el Caribe. Dentro de sus productos se incluyen harinas de trigo y maíz, pastas y galletas, de marcas altamente reconocidas por su calidad.

Inició su trayectoria industrial en Guatemala donde se inauguró el primer molino de trigo en 1936, hasta consolidarse en uno de los grupos alimenticios más importantes y competitivos de Latinoamérica.

Esta empresa se divide en dos líneas de negocio: harinas y alimentos y consumo, la instalación de pastas pertenece a la línea de negocio de alimentos y consumo, esta inició sus operaciones en 1978 y en 2014 tiene presencia en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, ofreciendo a sus consumidores diversos productos como: *espaguetti*, macarrón, linguini, arkitos, lasagna, corbatón, corbatilla, coditos y tornillos, *chow mein*, entre otros.

La producción de la instalación de pastas se realiza en Guatemala, y de este país se distribuye a El Salvador, Honduras y Nicaragua.

Cabe destacar que a lo largo de su trayectoria, esta empresa se ha posicionado en la región centroamericana como una marca líder que ofrece productos nutritivos, versátiles y de fácil preparación.

Por la preferencia del mercado, la empresa de pastas ha incrementado sus volúmenes de producción de forma considerable, las instalaciones de dicha empresa se dividen en diversas áreas, dentro de estas se encuentra el área de pastificio en donde se produce el *chow mein*, pasta reconocida por la población guatemalteca.

En 2014 la producción de *chow mein* se ha visto afectada, pues no se logra cumplir con las metas establecidas, se piensa que las causas de dicha situación son diversas, sin embargo, no se ha realizado ningún estudio en concreto que especifique la razón del comentado problema.

Analizando el proceso de producción del *chow mein*, se piensa que la causa principal por la que no se cumple con los pedidos, es la falta de capacidad de la máquina productora de pastas, así como la alta generación de desperdicios que produce la misma.

Dentro de los desperdicios físicos mayormente generados están: pérdida de materia prima a causa del mal corte de la pasta y el inventario en proceso que en ocasiones se hace bastante visible, por otro lado se encuentran los desperdicios generados por la pérdida de tiempo, estos son; atascamientos que provocan atraso, es decir demoras en el proceso de producción, también se pierde tiempo al llevar la materia prima de un lugar a otro que se encuentra a una distancia bastante amplia; finalmente, hay pérdida de tiempo por los movimientos innecesarios en el método de trabajo.

Diversas son las formas en que se piensa atacar este problema, pero dentro de estas, se considera como la más adecuada la implementación de varias herramientas que proporciona *Lean Manufacturing* y que apoyan a la localización y rompimiento de la limitación en un sistema de producción.

Diversos son los autores que han expuesto sobre el tema de *Lean Manufacturing*, una de las definiciones más acertadas es la que dice lo siguiente: “Lean Manufacturing es un conjunto de herramientas y principios de trabajo que permite actuar sobre la cadena de valor del producto/servicio o de una familia de productos/servicios. Una empresa que gestiona sus procesos según los principios de este sistema de producción, busca sistemáticamente conocer aquello que el cliente reconoce como valor añadido o agregado, y está dispuesto a pagar por ello, al tiempo que va eliminando aquellas operaciones / pasos del proceso que no generan valor. También implica flexibilidad (posibilidad de producir diferentes referencias o números de parte en un medio de producción) y adaptabilidad (Capacidad de un medio de producción para producir diferentes volúmenes)”. (Liker, J 2003, p. 236)

En la producción de las pastas, así como la de cualquier otro producto se busca el agregarle valor a lo que se manufactura, para que el cliente obtenga lo que quiere. Sin embargo, sin darse cuenta, se generan desperdicios que inciden en el incremento de costos, tal es el caso del proceso de producción de *chow mein* en la empresa de pastas estudiada.

Para el presente trabajo de investigación se tomará como guía para la identificación de las herramientas y los desperdicios, el estudio que presenta el libro Toyota escrito por Liker, J. 2003, debido a que muestra claramente que una característica común englobada a todas las herramientas y técnicas en este sistema (*Lean Manufacturing*) es que son capaces de crear disciplina de trabajo, autocontrol y compromiso en las actividades de los empleados.

Otro trabajo de investigación que será tomado como guía para la identificación de los desperdicios es el de López Rodríguez, Evelyn (2006), titulado: “*Propuesta para la implementación de manufactura esbelta en una*

línea de ensamble, de una empresa dedicada a la industria metal mecánica”, en esta investigación se especifica que existen varias herramientas que permiten localizar la generación de desperdicios, una de ellas es la realización de por lo menos una vez al mes auditorías basadas en un mapa de flujo de proceso que permitirán encontrar las fuentes de desperdicio en cada parte de las etapas del proceso de manufactura, esto con el propósito de garantizar que se cumplan todos los objetivos fijados por la empresa, lo que trae consigo, su permanencia y estabilidad en el mercado.

Una pregunta que suele ser común es ¿Por qué localizar y eliminar los desperdicios en la línea de producción de *chow mein*?

Para responderla se hará referencia a la tesis de Fuentes, E. 2012, titulada: *“Reducción de desperdicios en la elaboración de cinta adhesiva de seguridad, en el área de impresión de una empresa flexográfica”* el mencionado trabajo de investigación deja ver claramente que la identificación de los desperdicios son de vital importancia porque estos son las causas principales que ocasionan el hecho de no alcanzar las metas en la producción, hay que recalcar que se deben focalizar los esfuerzos por su reducción, ya que de no hacerlo la acumulación de desperdicios seguirá en incremento, evitando con esto que se logre la entrega de los pedidos a tiempo.

En la Facultad de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala Montenegro, C. 2006 realizó un trabajo de tesis titulado: *“Incremento de productividad y calidad en una prensa offset; mediante la aplicación del sistema kaizen”*, dicho trabajo será tomado como guía para explicar de mejor forma todo lo que abarca el uso de *kaizen* y su implementación.

Hay que recalcar que no se debe de focalizar únicamente los procesos intermedios en el proceso de manufactura de *chow mein*, también se debe considerar una de las etapas finales (empaque), debido a que si no cuenta con la calidad requerida, genera un desperdicio más. (Hichos Posadas, D. 2005)

2. JUSTIFICACIÓN

El trabajo de investigación que se expondrá toma como base la línea de investigación definida como: Metodologías de producción, con el desarrollo de este trabajo, se pretende beneficiar a la instalación de pastas, y a nivel general, a la corporación de la cual la mencionada instalación forma parte.

La empresa de harinas es la división de corporación dedicada a la producción y comercialización de productos derivados de cereales en Centroamérica y República Dominicana.

Esta división cuenta con dos líneas de negocio, cuyos nombres son; Harinas y Alimentos y Consumo (A&C). En 2014 la línea de negocio de A&C se encuentra conformado por los centros de distribución, galletas y pastas.

La instalación de pastas se encarga de la producción de diferentes tipos, entre ellos se puede citar; pastas largas, pastas cortas, *chow mein*, etc. precisamente en el área de pastificio de la mencionada instalación, se lleva a cabo la producción de *chow mein* por medio de una máquina que se encarga del deshidratado de la harina, cuando esta se encuentra preparada.

En los últimos meses se ha podido ver un incremento en la deficiencia de entrega de pedido, es decir, no se logran alcanzar las metas establecidas, además la cantidad de desperdicios generados durante el proceso de producción es bastante voluminoso, generándose con esto, la pérdida de espacio en planta, atrasos en el momento de transitar de un lugar a otro y lo más importante, la pérdida de la materia prima.

Por los motivos anteriormente expuestos se realizará la presente investigación, con el propósito de prevenir los atrasos en la entrega de pedidos del área de pastificio, proponiendo para ello una metodología de producción cuya ventaja principal es la eliminación o disminución de los desperdicios, esto buscará atacar el problema de las “Metas no alcanzadas en el proceso de producción de *chow mein* a causa de desperdicios generados y la falta de capacidad de la maquinaria”, con la finalidad de eficientar el proceso.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pasta es uno de los alimentos preparados con una masa cuyo ingrediente básico es la harina mezclada con agua, huevos y acompañada de otros ingredientes, el proceso de producción del que resulta la elaboración de la pasta, tiene lugar al pasar en una máquina que se encarga de deshidratar la harina cuando se encuentra ya preparada.

Esta instalación de pastas es una de las principales empresas de Guatemala que se encarga de la manufactura del producto en mención, en 2014 la demanda del mencionado producto ha incrementado de forma considerable, haciendo visible algunos desperfectos con los que cuenta la máquina, dicho de otra forma, a pesar que la capacidad de la mencionada máquina aún no ha sido alcanzada no se logra satisfacer la demanda de producción requerida, es decir, las metas establecidas no se pueden alcanzar al final del turno.

Para mejorar el proceso de fabricación de pastas, es necesario buscar un nuevo método de producción, que considere los tiempos de las actividades de cada proceso, tomando en cuenta para ello, tanto la distribución de los colaboradores y las actividades asignadas a cada uno de ellos.

Diversas son las razones por las que se piensa, no se logra cumplir con los objetivos de producción, sin embargo, existen dos razones principales que están entrelazadas y en la cuales se focalizan el mayor problema; uno es la acumulación de desperdicios que se genera en el proceso de producción y en

parte del piso de planta, lo que trae consigo la falta de capacidad de la maquinaria que se encarga del proceso de deshidratación de harina.

Esto lleva a analizar y buscar cuál es la razón o razones principales que permitan la ubicación del problema denominado.

“Metas no alcanzadas en el proceso de producción de *chow mein* a causa de desperdicios generados y la falta de capacidad de la maquinaria”

Para ello se plantean en el estudio las siguientes interrogantes:

Pregunta central

¿Localizar los lugares exactos de mayor generación de desperdicios en la producción de pastas y mediante una metodología que busque la reducción de los mismos, contribuirá a disminuir las demoras y mejorará la capacidad de la maquinaria encargada de la producción de *chow mein*?

Preguntas auxiliares

- ¿Es posible reducir los desperdicios físicos y debidos al tiempo, en el proceso de producción de la máquina manufacturera de *chow mein*?
- ¿Con la reducción en el tiempo de ciclo de la maquina productora de *chow mein*, se logrará incrementar su velocidad y por ende se entregarán los pedidos a tiempo?

- ¿Se logrará mejorar la eficiencia de la máquina productora de *chow mein*, toda vez que se reduzcan las demoras en el proceso de deshidratación de la pasta?
- ¿Al implementar la metodología de producción de *Lean Manufacturing*, se logrará la disminución de los desperdicios en la máquina productora de *chow mein*?

4. OBJETIVOS

General

Determinar los lugares exactos donde se genera la mayor cantidad de desperdicios en el proceso de producción de pastas y mediante una metodología para la reducción de los mismos, contribuir a disminuir las demoras y mejorar la capacidad de la maquinaria encargada de la producción de *chow mein*.

Específicos

1. Especificar los puntos donde se genera la mayor cantidad de acumulación de desperdicios tanto físicos, así como debidos al tiempo en la máquina productora de *chow mein*.
2. Describir el proceso de producción de *chow mein*, basado en su tiempo de ciclo.
3. Determinar los factores que inciden en las demoras del proceso de deshidratación en la máquina productora de *chow mein*.
4. Implementar la metodología de producción de *Lean Manufacturing* en la máquina productora de *chow mein* en busca de la reducción de los desperdicios.

5. ALCANCES / DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Esta investigación es de carácter no experimental, alcance descriptivo y se enfoca en una empresa que se dedica a la manufactura de diversos tipos de pastas, para ello se basa tanto en el ámbito geográfico como en una unidad de tiempo específica.

5.1. Ámbito geográfico

El presente trabajo de investigación se realizará en el área de pastificio de la empresa de pastas, que pertenece a la línea de negocios alimentos y consumo de la organización Molinos Modernos, S. A., la empresa se encuentra ubicada en la 33 calle 6-34, zona 11 colonia Las Charcas de la ciudad capital.

Figura 1. Vista satelital de la empresa de pastas



Fuente: Google earth 2014.

5.2. Unidad de tiempo

En lo concerniente a tiempo, el presente trabajo será realizado en un periodo comprendido entre los meses de enero (2014) hasta agosto (2014).

Cabe hacer mención que este trabajo analizará cada una de las etapas del proceso que se lleva a cabo en la producción de *chow mein*, así como, normas que deben de seguir los procesos, considerando siempre las limitaciones que puedan presentarse.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Con el problema “Metas no alcanzadas en el proceso de producción de *chow mein* a causa de desperdicios generados y la falta de capacidad de la maquinaria” en la instalación de pastas, en el presente trabajo de investigación se focaliza en proponer una metodología de producción que logre disminuir en gran medida o eliminar el mencionado problema y de esta forma pretende beneficiar a la instalación de pastas, y a nivel regional a la corporación, de la cual la mencionada instalación de forma parte.

El esquema de solución que se propone se detalla en los siguientes pasos:

- Hacer inducciones y deducciones sobre el objeto de estudio (línea de producción de *chow mein*).
- Utilizar la observación directa para verificar todo el proceso que lleva a cabo el objeto de estudio (línea de producción de *chow mein*).
- Realizar instrumentos para recolección de datos (encuestas con preguntas cerradas y de selección múltiple).
- Elaboración de formato para realizar análisis de técnicas y métodos de trabajo (formato para estudio de tiempos).
- Entrevistar a personal que tiene contacto con el objeto de estudio (haciendo uso de la encuesta previamente elaborada).

- Realizar estudio de tiempos en cada estación de trabajo.
- Análisis estadístico de datos (tanto de encuestas, así como de formatos de estudio de tiempos).
- Realizar comprobación de la hipótesis.
- Concluir y dar recomendaciones.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Antecedentes y herramientas de manufactura esbelta

Los desperdicios en las empresas siempre han existido, ya sea que la empresa se dedique a la producción (en este caso, producción de pastas) o a prestar un servicio, sin embargo, el reconocimiento de los mismos inicio en Japón.

7.1.1. Taichi Ohno y la generación de desperdicios

El reconocimiento de la generación de desperdicios, tiene sus orígenes en Japón, desde hace más de medio siglo, específicamente en 1943, cuando Taichi Ohno ingreso a trabajar a Toyota como jefe de taller de maquinaria.

Ohno se focalizo en buscar un sistema de producción que fuera diferente al que en aquel entonces prevalecía y era considerado como el mejor del mundo y que había sido desarrollado e introducido por H. Ford en la primera década del siglo XIX, dicho sistema de producción se basaba en la producción en masa y dado que en Japón no contaba con un mercado suficiente que comprara muchos vehículos, desarrollo un sistema a prueba y error en conjunto con la familia Toyoda, este sistema de producción superaba por mucho el rendimiento de la producción en comparación con el sistema de producción de Ford, incluso se puede asegurar que doblaba o hasta triplicaba el rendimiento. (Gutiérrez, H. 2004)

El mantener la productividad en una empresa, no es tarea fácil y es aún más difícil cuando se busca que dicha productividad se mantenga en incremento y de forma efectiva, sin embargo existen algunas metodologías que logran conseguir este objetivo, aunque son metodologías que requieren de constante monitoreo, revisión y control.

Diversas son las metodologías que existen para la búsqueda de la mejora de productividad en una empresa, más específicamente en una línea de producción, en el presente trabajo de investigación se tomara como base la metodología de producción “Manufactura Esbelta (*Lean Manufacturing*)”.

7.1.2. Manufactura esbelta

Es un conjunto de herramientas que se focalizan en la búsqueda y eliminación de los desperdicios en los procesos de producción, es decir, buscan detenidamente en cada operación todas aquellas actividades que no generan valor al producto o servicio que recibe el cliente final. Se debe mencionar que la aplicación de estas herramientas se basa siempre en el respeto hacia el trabajador. (Juran, 2005)

La manufactura esbelta tiene sus raíces en Japón, nació y fue desarrollada por los grandes gurús del sistema de producción Toyota se puede hacer mención de algunos de ellos: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre otros.

Este es un sistema de producción flexible definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- Buscar la eliminación de los desperdicios mediante un plan.

- El respeto por el trabajador y las pequeñas mejoras del sistema (Kaizen).
- El incremento de forma constante y consistente de la productividad y Calidad.

7.1.3. Objetivos de manufactura esbelta

Esta metodología de producción principalmente busca implantar una filosofía de Mejora Continua, para esto se centra en mejorar los procesos, a la vez que elimina los desperdicios, lo que trae consigo el incremento en la satisfacción del cliente. Con una mejora en el sistema de producción de las instalaciones se reducen los costos, es decir, se mantiene el margen de utilidad.

La manufactura esbelta brinda a todas las compañías un conjunto de herramientas que les permite sobrevivir en un mercado global que exige cada vez mejor calidad, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, según (Liker, J. 2003) esta metodología de producción ayuda a:

- Reducir los espacios en planta que son ocupados innecesariamente, así como el inventario
- Se produce más con menos, es decir, crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.
- Disminución de los desperdicios tales como:
 - Sobreproducción
 - Tiempo de espera (los retrasos)
 - Transporte
 - El proceso

- Inventarios
- Movimientos
- Mala calidad

La reducción de cada uno de estos desperdicios en la línea de producción de *chow mein* es lo que se busca en este trabajo de investigación.

7.1.4. Pensamiento esbelto

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le 'apagan el foquito' a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de manufactura esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave. (Liker, J. 2003)

7.1.5. Los 5 principios del pensamiento esbelto

Cinco son los principios que fundamentan esta metodología:

1. Entiende que es el valor desde el punto de vista del cliente:

Los clientes no solo buscan comprar un producto o servicio, sino que buscan comprar una solución. Por tal razón, esta metodología elimina desperdicios enfocándose en los pasos que no agregan valor al producto final.

2. Identifica tu corriente de valor:

Se debe buscar que cada paso en el proceso de producción de *chow mein*, agregue valor al paso siguiente, para esto hay que conseguir que el proceso fluya suave, desde la materia prima hasta el que llegue al consumidor.

3. Crea flujo:

Cuando se haya conseguido que el proceso fluya suave, la producción ya no se basará en pronósticos de ventas a largo plazo, sino que se producirá basado en órdenes de trabajo reales.

4. Haga que el cliente jale, es decir, produzca mediante el uso del *kanban*.

5. Persiga la perfección:

Una vez que la línea de producción haya conseguido los primeros cuatro pasos, se aclarará para los involucrados en el proceso, que añadir eficiencia siempre es posible.

7.1.6. Los 7 desperdicios que hay que eliminar de los sistemas de producción

Se han identificado 7 tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura, estos son:

1. Defectos y retrabajos

La producción de piezas defectuosas o por retocar. Las reparaciones por trabajos, chatarra, sustituciones e inspecciones que signifiquen desperdicio por movimiento, tiempo y esfuerzo. Se puede asegurar que este es el mayor tipo de derroche.

Comúnmente se les denomina, con respecto a los costos, costos por fallas internas y costos por fallas externas.

2. Procesamiento incorrecto

Ocurre como consecuencia de la realización de pasos innecesarios para procesar las piezas. Cuando se procesa ineficientemente debido a herramientas defectuosas o al diseño de producto, ello causa movimientos innecesarios y produce defectos. También se genera desperdicio cuando se producen productos de una calidad más elevada de la requerida.

3. Sobreproducción

Este tipo de derroche origina material procesado o producto final que no es requerido. La misma es el producto de un exceso de producción, producto entre otros factores de: fallas en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción. Cualquiera sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el coste total para la empresa es superior a los costes que en principio logran reducirse en el sector de operaciones. En primer lugar tenemos los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además debe tenerse muy

especialmente en cuenta los costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.

4. Exceso de inventario

El exceso de materia prima, de piezas en proceso o de piezas acabadas que causan tiempos de proceso más largos, obsolescencias, daños en los artículos, en costos de transporte e inventario y retrasos, además, el exceso de inventario esconde otros problemas como producciones no equilibradas, retrasos en las entregas de los proveedores, defectos, paros en los equipos y largos tiempos de preparación de las maquinas.

5. Movimiento

Cualquier movimiento inútil de los operarios mientras trabajan, como mirar, alcanzar, apilar piezas o herramientas, etc. también el caminar de un lugar a otro sin razón se considera desperdicio. Dicho de otra forma, son todos los movimientos sin valor agregado de gente, materiales, piezas o maquinaria. Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

6. Espera

Se generan cuando se desaprovechan los operarios, haciéndoles vigilar máquinas automáticas o dando vueltas esperando el siguiente paso del proceso, la siguiente herramienta, el siguiente proveedor, la siguiente pieza o simplemente sin poder trabajar por falta de material, retrasos en el procesado de lotes, parada de equipos y cuellos de botella. Otros ejemplos de espera son aquellos que se generan al esperar las órdenes de trabajo, tiempos de espera

de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

7. Transportación

Se presenta cuando materiales, información, herramientas o partes no necesarios para la producción JIT se desplazan de un lugar a otro. Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

7.1.7. Las herramientas de manufactura esbelta

Existen diversas herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. En lo que respecta a la línea que produce *chow mein*, se evidencia la necesidad de usar dichas herramientas con la finalidad de reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.

7.1.7.1. Takt Time

Es el ritmo al que el cliente demanda un producto de un determinado proceso. El *Takt time* se emplea habitualmente en procesos de montaje que sirven a clientes externos. Esta herramienta se utilizara en el presente trabajo de investigación con el propósito de identificar cuantas unidades son producidas por unidad de tiempo. (Schonberger, R. 1996)

El *Takt time* se calcula dividiendo el tiempo efectivo de un proceso (por turno o día) entre la cantidad de productos que el cliente demanda de ese proceso en ese lapso de tiempo. El tiempo efectivo de un proceso es el tiempo disponible menos las paradas planificadas como, comida, reuniones, limpieza, descansos y mantenimiento planificado. Los cambios de modelo y las paradas no programadas no se restan en este punto, ya que son variables que se desean reducir.

Si un proceso de montaje tiene 26 000 segundos efectivos de tiempo operativo por turno y el cliente demanda 450 piezas por turno, el resultado de dividir ambos es de 58 segundos/pieza. Por tanto cada 58 segundos el cliente nos compra una pieza de ese proceso.

7.1.7.2. 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta. (Likker, J. 2003)

Las 5'S son:

- Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: *Seiri*
- Ordenar: *Seiton*
- Limpieza: *Seiso*
- Estandarizar: *Seiketsu*

- Disciplina: *Shitsuke*

7.1.7.3. Justo a Tiempo

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique subutilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación. (López Rodríguez, E. 2006)

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no solo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas solo cuando un *stock* (inventario) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsecuente. Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual. Esta señal que impulsa la acción puede ser un contenedor vacío o una tarjeta *Kanban*, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo.

7.1.7.4. Sistema de jalar

Es un sistema de producción donde cada operación estira el material que necesita de la operación anterior. Por ejemplo, en el caso de la producción de

chow mein, hasta que se tenga cierto número de quintales de harina, se vuelve a pedir materia prima, si no, no se pide, este sistema consiste en producir solo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno.

En la orientación "*pull*" o de jalar, las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido.

La orientación "*pull*" es acompañada por un sistema simple de información llamado *Kanban*. Así la necesidad de un inventario para el trabajo en proceso se ve reducida por el empalme ajustado de la etapa de fabricación. (Likker, J. 2003). Esta reducción ayuda a sacar a la luz cualquier pérdida de tiempo o de material, el uso de refacciones defectuosas y la operación indebida del equipo. El sistema de jalar permite:

- Reducir inventario, y por lo tanto, poner al descubierto los problemas
- Hacer sólo lo necesario facilitando el control
- Minimiza el inventario en proceso
- Maximiza la velocidad de retroalimentación
- Minimiza el tiempo de entrega
- Reduce el espacio

7.1.7.5. Células de manufactura

Es la agrupación de una serie de máquinas distintas con el objeto de simular un flujo de producción. En el caso de la línea de producción de *chow mein*, es una única maquina la que realiza todo el proceso, sin embargo se tratara de implementar la creación de una célula de este tipo.

Tabla I. **Prerequisitos y características de una célula *lean***

Prerequisitos	Características
Tiempos de montaje o preparación bajos	Más dependiente de la gente que de las máquinas
Volumen suficiente	Operaciones se balancean con base en tiempo de ciclo
Habilidad de solución rápida de problemas en línea	Equipo flexible en vez de súper máquinas
Agrupación por familias de producto	Mover pequeñas cantidades. Distancias cortas
Entrenamiento multifuncional a operadores	Distribución compacta
	Todo en su lugar

Fuente: elaboración propia.

7.1.7.6. Control visual

Se dice que son estándares representados gráficamente, dicha representación puede ser por un número, color, tarjeta, entre otras. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente. (Schonberger, Richard 1996)

Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- Sitio donde se encuentran los elementos, posición de operarios y ubicación de materia prima.
- Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo
- Dónde ubicar el material que se encuentre en proceso, el producto final y si existe, productos defectuosos
- Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados
- Sentido de giro de motores
- Conexiones eléctricas
- Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.

7.1.7.7. Kanban

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. *Kanban* significa en japonés "etiqueta de instrucción". (Liker, J 2003)

La etiqueta *Kanban* contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios, y como transportarlo. Esta herramienta se tratara de implementar con tal de disminuir el inventario en proceso de cada estación de trabajo en la línea productora de *chow mein*.

7.1.7.8. Producción nivelada (*Heijunka*)

Heijunka es implementado cuando la demanda del cliente tiene mucha variación, es decir, fluctúa sin imprevistos. La palabra *Heijunka*, significa literalmente "haga llano y nivelado". (Likker, J. 2003)

La empresa que se estudia en la presente investigación, mes a mes, fluctúa en demanda de *chow mein*, en ocasiones la demanda es muy alta, en otras ocasiones la demanda es bastante baja, por tal razón debe implementarse el heijunka.

En lugar de ejecutar lotes de gran volumen y de un solo tipo de pasta, se debe producir en lotes pequeños frecuentemente y en corto tiempo. Cuando se produce niveladamente en el tiempo de cambio de la herramienta es más rápido.

Con pequeños lotes de producción, se puede decir que hay buenas entregas con mayor frecuencia.

7.1.7.9. Verificación de proceso (*Jidoka*)

La palabra "*Jidoka*" viene a ser un sinónimo de verificación en el proceso, cuando en el proceso de producción se instalan sistemas *Jidoka*, se refiere a la verificación de toda la calidad que está integrada al proceso.

La filosofía *Jidoka* establece los parámetros óptimos de calidad en el proceso de producción, el sistema *Jidoka* compara los parámetros del proceso de producción contra los estándares establecidos y hace la comparación, si los parámetros del proceso no corresponden a los estándares preestablecidos el proceso se detiene, alertando que existe una situación inestable en el proceso de producción la cual debe ser corregida, esto con el fin de evitar la producción masiva de partes o productos defectuosos, los procesos *Jidoka* son sistemas comparativos de lo "ideal" o "estándar" contra los resultados actuales en producción. Existen diferentes tipos de sistemas *Jidoka*: visión, fuerza, longitud, peso, volumen, etc. depende del producto es el tipo o diseño del sistema *Jidoka* que se debe implantar, como todo sistema, la información que se alimenta como "ideal" o "estándar" debe ser el punto óptimo de calidad del producto. (Woman, J. 2007)

Jidoka puede referirse a equipo que se detiene automáticamente bajo las condiciones anormales. *Jidoka* también se usa cuando un miembro del equipo encuentra un problema en su estación de trabajo. Los miembros del equipo son responsables para corregir el problema - si ellos no pueden, ellos pueden detener la línea. El objetivo de *Jidoka* puede resumirse como:

- Calidad asegurando 100 % del tiempo
- Averías de equipo previniendo
- Mano de obra usando eficazmente

7.1.7.10. Dispositivos para prevenir errores (*Poka Yoke*)

El término " *Poka Yoke* " viene de las palabras japonesas "*poka*" (error inadvertido) y "*yoke*" (prevenir). Un dispositivo *Poka Yoke* es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del *Poka Yoke* es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Los sistemas *Poka Yoke* implican el llevar a cabo el 100 % de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100 % de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

Un sistema *Poka Yoke* posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100 % de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método *Poka Yoke* en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se está llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, autochequeo, o chequeo continuo.

7.1.7.11. Indicador visual (*Andon*)

Término japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción, utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. *Andon* significa ¡AYUDA! (Fuentes, E. 2012)

El *Andon* puede consistir en una serie de lámparas en cada proceso o un tablero de las lámparas que cubren un área entera de la producción. El *Andon* en un área de asamblea será activado vía una cuerda del tirón o un botón de empuje por el operador. Un *Andon* para una línea automatizada se puede interconectar con las máquinas para llamar la atención a la necesidad actual de las materias primas. *Andon* es una herramienta usada para construir calidad en nuestros procesos.

Si un problema ocurre, la tabla de *Andon* se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. Una melodía se usa junto con la tabla de *Andon* para proporcionar un signo audible para ayudar al supervisor a comprender hay un problema en su área. Una vez el supervisor evalúa la situación, él o ella puede tomar pasos apropiados para corregir el problema.

Los colores comúnmente utilizados son:

- Luz roja: máquina descompuesta
- Luz azul: pieza defectuosa
- Luz blanca : fin de lote de producción

- Luz amarilla: esperando por cambio de modelo
- Luz verde: falta de material
- Si no hay luz: sistema operando normalmente

7.1.7.12. Cambio rápido de modelo (SMED)

SMED significa "Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito", Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. Desde la última pieza buena hasta la primera pieza buena en menos de 10 minutos. El sistema SMED nació por necesidad para lograr la producción Justo a Tiempo (Juran, 2005). Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los procedimientos de cambio de modelo se simplificaron usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente.

Objetivos de SMED

- Hacer que los pequeños lotes de producción sean manufacturados en poco tiempo.
- No creer en la teoría del lote económico
- Correr cada parte cada día (dicho de otra forma fabricar)
- Tratar que el tamaño del lote sea de 1 unidad
- Hacer que cada pieza salga bien desde la primera vez, en este caso, cada paquete de *chow mein*, debe ir con la cantidad exacta.
- Si se desea preparar otro tipo de mezcla para pasta, que sea en menos de 10 minutos.

En la línea de producción de *chow mein*, gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la maquina se detenga. Planificar las tareas reduce el tiempo (el orden de las partes, cuando los cambios tienen lugar, que herramientas y equipamiento es necesario, qué personas intervendrán y los materiales de inspección necesarios). El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar. La idea es mover el tiempo externo a funciones externas. (Ballesteros, P. 2008)

7.1.7.13. Mejora continua (*Kaizen*)

En la línea que produce *chow mein*, en la empresa de pastas, se busca mejorar el proceso, sin embargo, la mejora no debe ser momentánea, debe ser continua. Por tal razón se dará a conocer el *Kaizen*, que es una conjunción de dos palabras japoneses (ideogramas japoneses); el primero es "*Ka*" que significa cambio y el segundo es "*Zen*" que quiere decir para mejorar, entonces ambas palabras significan un cambio para mejorar el sistema, también se puede decir que significa mejora continua.

"Los dos pilares que sustentan *Kaizen* son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, *Kaizen* se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, *Kaizen* también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como "*muda*", en cualquiera de sus 7 formas". (Likker, J. 2003)

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1. Historia de Corporación Multi-Inversiones

1.2. Antecedentes Ina, S. A.

1.2.1. Misión de la empresa

1.2.2. Visión de la empresa

1.2.3. Objetivos de la empresa

1.2.4. Metas de la empresa

1.2.5. Organigrama de la empresa

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes y herramientas de manufactura esbelta

2.2. Taichi Ohno y la generación de desperdicios

2.3. Manufactura Esbelta

2.4. Objetivos de manufactura esbelta

2.5. Pensamiento esbelto

2.6. Los 5 principios del pensamiento esbelto

- 2.7. Los 7 desperdicios que hay que eliminar de los sistemas de producción
- 2.8. Las herramientas de manufactura esbelta
 - 2.8.1. *Takt Time*
 - 2.8.2. 5'S
 - 2.8.3. Justo a Tiempo
 - 2.8.4. Sistema de jalar
 - 2.8.5. Células de manufactura
 - 2.8.6. Control visual
 - 2.8.7. *Kanban*
 - 2.8.8. Producción nivelada (*Heijunka*)
 - 2.8.9. Verificación de proceso (*Jidoka*)
 - 2.8.10. Dispositivos para prevenir errores (*Poka Yoke*)
 - 2.8.11. Indicador visual (*Andon*)
 - 2.8.12. Cambio rápido de modelo (SMED)
 - 2.8.13. Mejora continua (*Kaizen*)

3. SITUACION ACTUAL

- 3.1. Análisis de la situación administrativa actual
- 3.2. Problemas que afronta el área del pastificio
- 3.3. Recopilación de métodos de producción del *chow mein*
- 3.4. Análisis del sistema de producción actual

4. PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE *CHOW MEIN*

- 4.1. Planificación de la metodología del estudio de tiempos
- 4.2. Cronograma de actividades
- 4.3. Formato de la hoja de toma de tiempos
- 4.4. Flujograma del proceso actual en la producción de *chow mein*

- 4.5. Una metodología enfocada en la reducción de desperdicios (manufactura esbelta)
 - 4.6. Ventajas y desventajas de la metodología propuesta
 - 4.7. El análisis del trabajo como herramienta de mejora en los procesos
 - 4.8. Implementación del análisis del trabajo en el proceso de producción de *chow mein*
 - 4.9. Propuesta de una nueva metodología en el proceso de producción
 - 4.10. Validación e implementación de la nueva metodología de producción
 - 4.11. Flujograma del nuevo proceso de producción de *chow mein*
 - 4.12. El antes y después de la reducción de desperdicios
5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON LA NUEVA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN
- 5.1. Especificar los lineamientos para la adecuada ejecución
 - 5.1.1. Seguimiento
 - 5.1.2. Resultados obtenidos
 - 5.1.3. Interpretación
 - 5.1.4. Acciones correctivas
 - 5.1.5. Revisión
 - 5.1.6. Evaluación y control
 - 5.1.7. Presentación y discusión de resultados

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ANEXOS

9. MARCO METODOLÓGICO

9.1. Tipo de estudio

Descriptivo, porque para la presente investigación se describirán situaciones y eventos, más específicamente, se describirá como se presenta determinado fenómeno, en este caso sería la generación de los desperdicios en el proceso de producción.

Se piensa que posteriormente puede convertirse en una investigación del tipo correlacional, debido a que se pretende mostrar cómo se relacionan los diferentes factores generadores de desperdicios, así como los factores que inciden en la falta de capacidad de la maquinaria.

9.2. Diseño de la investigación

No experimental transaccional descriptivo.

Porque se observarán cada uno de los procesos y cómo se encuentran interconectados detenidamente, sin hacer ningún tipo de cambios en su estructura, dicho de otra forma, el objeto de estudio se observará en su ambiente natural, es decir, no se construirá ninguna situación para ver su variación.

Es transaccional descriptivo porque solo se recolectarán datos en un tiempo establecido y el estudio se realizará una vez, se buscará describir variables, así como analizar sus interacciones y los efectos que tienen un momento dado.

Se abordará el objeto de estudio de tal manera que se medirán las variables localizadas en el proceso de producción y que se piensa, son las que tienen mayor incidencia en las variables de salida, además se proporcionara la descripción de las mencionadas variables.

9.3. Variables cuantitativas a medir

- Cantidad de desperdicios generados: Mide todo aquello que no agrega valor al producto, permitirá cuantificar el volumen de los desperdicios físicos, así como cuantificar el tiempo de cada etapa del proceso, para poder encontrar todo aquel o aquellos recurso/s con capacidad limitada (cuellos de botella) en la línea productora de *chow mein*.
- Tiempo completo de ciclo en el proceso de producción de *chow mein*.
- Variaciones en velocidad del proceso de deshidratación en la máquina productora de *chow mein*; mide la velocidad del proceso total en la etapa de deshidratación, permite cuantificar cómo varía el proceso cada vez que se produce un nuevo lote de producción.

9.4. Indicadores

- Cantidad de desperdicios por unidad de tiempo.

- Porcentaje de metas de producción alcanzadas contra metas reales, tomando como referencia el tiempo de ciclo.
- Variación de velocidad por unidad de tiempo y por cantidad de desperdicios generados.

9.5. Plan de muestreo

Esta investigación tiene como universo las instalaciones de una empresa dedicada a la manufactura de pastas, las mismas se encuentran ubicadas en la 33 calle, 6-34 zona 11, colonia Las Charcas.

En lo concerniente a la muestra, el presente trabajo se enfocará en el área de pastificio, específicamente en la línea de producción de *chow mein*, ya que es aquí en donde se visualiza la mayor cantidad de desperdicios generados.

Tal y como se mencionó anteriormente, la muestra se realizará en el área de pastificio y esta tendrá por objetivo el análisis total de los operadores y las estaciones de trabajo de la línea de producción, debido a que son pocas las personas que son responsables de esta área, así como pocas las etapas del proceso.

9.6. Diseño de instrumentos de recolección de información

A continuación se presenta los instrumentos que serán utilizados en la recopilación de la información.

Las fases en que se llevará a cabo la recolección de la información será la que se menciona a continuación:

Fase 1: consiste en la ubicación específica de los lugares en la línea de producción donde se genera mayor cantidad de desperdicios (físicos y de tiempo), para ello se llevará a cabo un estudio de tiempos en cada estación de trabajo, esto con la finalidad de verificar que estaciones son las que más carga de trabajo poseen, y de esta forma buscar una mejor redistribución en la fuerza laboral y/o carga de trabajo. Esta fase, también permitirá diagramar el proceso con todas sus operaciones, obteniendo así, la totalidad del tiempo de ciclo en el proceso de producción, dicho tiempo de ciclo, dejara ver claramente si existen o no, brechas en la planificación de la producción (esta se basa en el tiempo de ciclo).

Fase 2: con los datos obtenidos en la fase anterior y con la información recopilada en una encuesta inicial, se verificara cuáles son los factores de mayor incidencia el proceso de producción de *chow mein*, en lo concerniente a demoras.

Fase 3: teniendo la información de las dos fases anteriores, se analizará y diseñará una nueva redistribución de la fuerza laboral y/o carga de trabajo, que disminuya en lo posible, todos aquellos recursos con capacidad limitada (cuellos de botella).

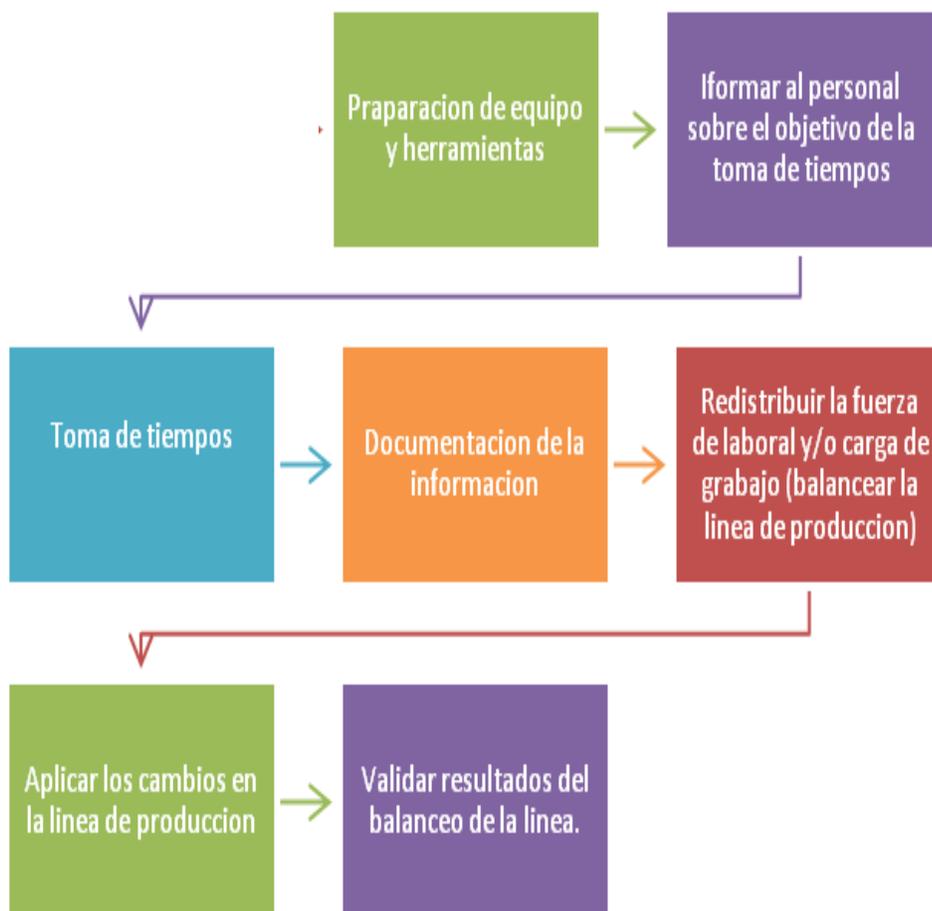
Fase 4: implementación de la metodología de producción (*lean manufacturing*), que incluya, la nueva redistribución diseñada en la fase 3. Dar seguimiento constante y avance de línea de producción con la redistribución nueva. Si es eficiente el proceso, se validará, de no serlo, se realizará un nuevo análisis de redistribución.

Fase 5: se realizará nuevamente la encuesta del paso 2, para verificar que tanto se han familiarizado los operarios con los términos de la nueva

distribución de tareas, así como para conocer si se logró o no, eliminar los cuellos de botella.

Para la fase 1 del presente estudio, es muy importante realizar la planificación en que se llevará a cabo la toma de tiempos, esto permitirá que el proyecto pueda ser iniciado, guiado y finalizado de forma adecuada, estas serán las etapas del estudio de tiempos o análisis del trabajo.

Figura 2. **Metodología para toma de tiempos**



Fuente: elaboración propia.

9.6.1. Formato de la hoja de toma de tiempos

El siguiente formato, tiene como finalidad, el registro de los tiempos cronometrados en las diferentes estaciones de trabajo, en la línea que produce *chow mein*. Posteriormente se calculará de forma automática el tiempo estándar de la estación observada.

Figura 3. Formato para el registro de la toma de tiempos

ITROAMERICA TEMPOS		HOJA DE TOMA DE TIEMPOS									
Supervisor: NG. Manuel Raya		MÉTODO: ACTUAL									
		HOJA: 1/1									
		FECHA: MARZO 2011									
ENSAMBLE 1 TKT -20 MINEQUIPO											
#	Actividad	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Cal 1.				Observaciones
	ESTACION 1										
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
	ESTACION 2										
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
	ESTACION 3										
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
	ESTACION 4										
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
	NUMERO DE PERSONAS EN EL AREA										
	TIEMPO DE CICLO										

Fuente: elaboración propia.

Los elementos que constituyen el formato se describen a continuación

Descripción:

1. Datos del departamento encargado de realizar los estudios, así como los datos del ingeniero a cargo.
2. Nombre de la pasta que se está procesando.
3. Nombre del área y tiempo *tak* en minutos. El tiempo *tak* (TKT) resulta de dividir el tiempo disponible, dentro de la demanda por día, por ejemplo: $500 \text{ min}/60 \text{ paquetes} = 8 \text{ min/paquete}$ de pasta.
4. Datos del estudio (número de hoja, método y fecha)
5. Descripción de las tareas
6. Numero de tareas por cada estación de trabajo
7. Sumatoria de los tiempos de cada estación (promedios afectados por la calificación y el suplemento)
8. Tiempos tomados (se piensan tomar de 4 a 5 tiempos por estación de trabajo)
9. Nombre del operario al que se le tomo tiempos
10. Observaciones durante la toma de tiempos
11. Calificación aplicada al operario
12. Suplemento para el operario
13. Tiempo estándar por cada tarea (promedio de los tiempos afectado por la calificación y el suplemento)
14. Sumatoria de los tiempos de todas las tareas (tiempo de ciclo)
15. Cantidad total de operarios por área

Figura 4. Descripción de elementos que componen el formato de toma de tiempos

The diagram shows a time recording form for 'Cool Shop-980'. It includes a header section with project details, a main table with columns for activity, time, cycle percentage, and observations, and a footer section for cycle time. Numbered callouts (1-15) identify specific elements within the form.

Actividad	tiempo 1	tiempo 2	tiempo 3	tiempo 4	tiempo 5	Ciclo %	Supl. %	# Op.	tiempo estándar	Operario	Observaciones
ESTACION 1	####										
1						80%	10%		±0/0		
2						80%	10%		±0/0		
3						80%	10%		±0/0		
4						80%	10%		±0/0		
5						80%	10%		±0/0		
6						80%	10%		±0/0		
7						80%	10%		±0/0		
8						80%	10%		±0/0		
9						80%	10%		±0/0		
10						80%	10%		±0/0		
11						80%	10%		±0/0		
12						80%	10%		±0/0		
13						80%	10%		±0/0		
14						80%	10%		±0/0		
15						80%	10%		±0/0		
TIEMPO DE CICLO											

Fuente: elaboración propia.

9.6.2. Encuesta

Para recopilar la información en la fase 2 y 5 se utilizará una encuesta formulada de 10 preguntas, estas se realizarán a los operarios y el supervisor de producción y serán de tres tipos; cerradas, abiertas y de selección múltiple. El esquema de las preguntas se muestra a continuación:

1) ¿Está usted familiarizado totalmente con el proceso de producción de *chow mein*?

- a. No familiarizado
- b. Poco familiarizado
- c. Muy familiarizado

¿Por qué? _____

2) ¿Sabe usted qué es un desperdicio en el proceso de producción?

Si

No Especifique: _____

3) ¿Cuáles son los desperdicios que habitualmente observa en proceso de producción de *chow mein*?

- a) Inventario
- b) Reproceso
- c) Demoras
- d) Transportes innecesarios
- e) Movimientos innecesarios

f) Defectos

g) Sobreproducción

h) Otro

Comentario: _____

4) ¿En qué etapa de la producción ha observado la mayor cantidad de desperdicios?

a) Ingreso de producto

b) Proceso de producto

c) Salida de producto

Comentario: _____

5) ¿Ha escuchado el término cuello de botella o recurso con capacidad limitada?

Si

No

Especifique: _____

6) En la línea de producción de *chow mein*, ¿qué parte del proceso de producción considera usted como un cuello de botella o un recurso con capacidad limitada?

Comentario: _____

7) ¿Actualmente, está usted enterrado si se alcanzan o no las metas de producción?

Si

No

8) En la actualidad, ¿considera que las actividades de cada estación de trabajo se encuentran distribuidas de forma adecuada?

Si

No Comentario: _____

9) ¿Cree que si se redistribuye la fuerza laboral y/o carga de trabajo por cada estación de trabajo se hará más eficiente el proceso de producción en la línea de *chow mein*?

Si

No Comentario: _____

10) En su opinión ¿Cuál de los siguientes factores repercute más en el alcance de las metas de producción?

a) La velocidad con la que opera la máquina deshidratadora

b) Los recursos con capacidad limitada (cuellos de botella)

c) Los desperdicios generados en el proceso de producción

d) Otro

Comentario: _____

9.6.3. Libreta de anotaciones

En la fase 1, 2, 3 y 4, para registrar todo tipo de anotaciones, imprevistos, observaciones o algún caso especial sobre el objeto de estudio, y las mismas se consideren importantes, se hará uso de una libreta de anotaciones (esta consiste en un cuaderno y lápiz y/o lapicero comunes).

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el presente trabajo de investigación se utilizarán los resultados obtenidos a través de las encuestas que se realicen y posteriormente se analizarán con la ayuda de diversas técnicas de estadística descriptiva, a continuación se especifica la forma en que se analizarán y presentarán los datos:

Con los datos obtenidos en las encuestas realizadas se realizará una tabla de frecuencias básica (frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia porcentual) y algunas de las medidas de tendencia central (media, moda).

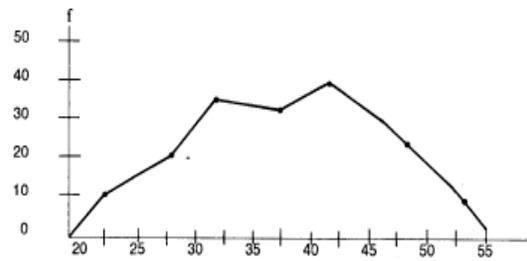
La tabla de frecuencias mostrará cómo los datos obtenidos de la muestra seleccionada, varían porcentualmente con respecto a las preguntas que fueron establecidas en la encuesta.

La moda mostrará qué dato es el que ocurre con mayor frecuencia, es decir que respuesta fue la que se seleccionó mayormente por los participantes (dato más común)

La media, permitirá obtener un promedio de todos los datos obtenidos, para poder conocer la cantidad de personas que conocen respecto a los temas abordados en la encuesta. Se debe hacer mención que todo aquel colaborador que no conozca sobre un tema tratado en la encuesta, dado que se utilizan palabras técnicas (por ej: cuello de botella, desperdicio), se le explicará de forma personal el significado, de tal forma que se familiarice con los términos utilizados.

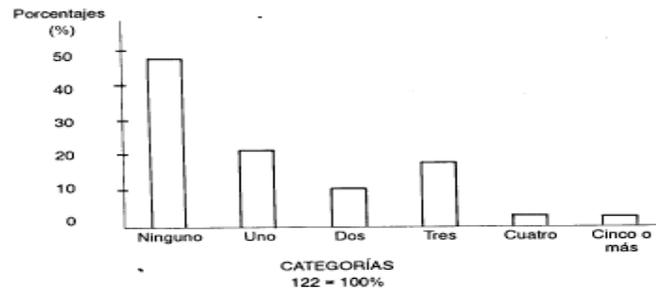
Para finalizar con el análisis de los datos recolectados por las encuestas, estos serán representados gráficamente por medio de:

Figura 5. **Polígonos de frecuencia**



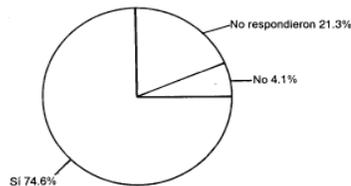
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Histogramas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Gráficos de pie



Fuente: elaboración propia.

En el caso del levantamiento de estudios de tiempos, se hará uso de la observación directa y del formato previamente establecido (figura 3), para ello antes de iniciar el estudio, se le indicará al colaborador que se llevará dicho estudio.

Tres tiempos serán utilizados:

Tiempo cronometrado, este será el que sea tomado directamente en la estación de trabajo, es decir, será tomado cuando el trabajador esté operando la maquina productora de *chow mein*.

Tiempo normal, este tiempo consiste en la suma del tiempo cronometrado más el de las actitudes del trabajador (esfuerzo, habilidad, entre otros).

Tiempo estándar, tiempo que muestra la suma del tiempo normal más las concesiones que se le dan al operario (tiempo para tomar agua, ir al baño, entre otros), hay que destacar que este será el tiempo tomado como referencia para realizar el análisis de las estaciones de trabajo y la redistribución de la carga laboral.

Una vez se hayan tomado los tiempos de cada estación de trabajo de la máquina productora de *chow mein*, se procederá a realizar el correspondiente balance de líneas para verificar que estaciones de trabajo se encuentran sobre cargadas y localizar de esta forma los cuellos de botella.

Posteriormente se realizará un análisis para una nueva distribución de actividades. Se llevará a la práctica la nueva distribución, si es adecuada se validará y finalmente se implementará en toda la línea de producción, en caso de ser contrario, se realizará un nuevo análisis, hasta encontrar la forma más óptima de distribución de la carga de trabajo y la fuerza laboral.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para realizar cada etapa de la investigación, el estudiante tomará como base el siguiente cronograma:

Figura 8. Cronograma de actividades

DESARROLLO DE PROYECTO				
No.	ACTIVIDAD	DURACIÓN	INICIO	FINAL
1	Estudio de tiempos y diagrama del proceso, en línea de producción	25 días	07/04/2014	09/05/2014
2	Recopilación de información a través de encuesta, tabulación de datos y análisis de datos obtenidos en la misma, así como en estudio de tiempos, identificación de desperdicios, sobre todo, demoras en proceso	30 días	12/05/2014	20/06/2014
3	Llevar a la práctica la nueva metodología de producción (lean manufacturing), que incluya la redistribución de la fuerza laboral y/o carga de trabajo. Verificar, controlar y dar seguimiento a metodología. Validar nueva metodología	40 días	23/06/2014	15/08/2014
4	Levantamiento de información, tabulación y análisis, a través de encuesta sobre nueva metodología	5 días	18/08/2014	22/08/2014
5	Esquema de presentación final del presente trabajo de investigación	40 días	25/08/2014	24/08/2014

Fuente: elaboración propia.

En los conjuntos de actividades 1, 2, 3 y 4 es donde se hará uso de los instrumentos de recopilación de información que fueron presentados anteriormente.

12. RECURSOS

12.1. Humanos

Para la elaboración del presente trabajo de investigación será necesaria la colaboración del siguiente recurso humano:

- Jefe del área de producción de pastificio
- Supervisor de producción de la línea productora de *chow mein*.
- Encargados de cada área de los diferentes procesos en la deshidratación de la harina, en el proceso de producción de *chow mein*.
- Demás personal operativo del área.

Se hace mención de cada una de estas personas, ya que son ellas las que serán entrevistadas por el estudiante investigador para poder tomar registro de los procedimientos de una actividad específica y poder de esta forma localizar los puntos donde mayor cantidad de desperdicios se genere.

12.2. Materiales

Dentro de los materiales a usarse conviene mencionar los siguientes:

- Mobiliario y equipo
- Reglamentos de la empresa
- Papelería y útiles
- Normas que regulen los diversos procesos
- Formularios utilizados actualmente por la empresa.

12.3. Financieros

Los gastos en los que se incurra por la elaboración del presente trabajo de investigación serán sufragados por el estudiante encargado de realizar el estudio de “Las metas no alcanzadas en el proceso de producción de *chow mein*, a causa de la generación de desperdicios y la falta de capacidad de la maquinaria”.

La cuantificación de recursos económicos en base a la inversión de tiempo y material son los siguientes:

Tabla II. **Distribución de gastos en estudio**

RECURSO	COSTO
Hojas empleadas para el análisis de procesos	Q. 20,00
Impresión de materiales	Q. 100,00
Tiempo invertido (2 días por semana)	Q. 6 000,00
Viáticos	Q. 5 000,00
COSTO TOTAL	Q. 11 120,00

Fuente: elaboración propia.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Ballesteros, P. (2008). *Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas*. 5ª edición. México, Editorial Prentice Hall.
2. Fuentes, E. (2012), *Reducción de desperdicios en la elaboración decinta adhesiva de seguridad, en el área de impresión de una empresa flexográfica*. Tesis de grado. Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Hay, Edward J. (1992), *Justo a tiempo: La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva* (2ª Ed.). Barcelona España. McGraw Hill.
4. Henderson, Bruce A., Largo, Jorge I. (1999). *Lean transformation: How to change your business into a lean Enterprise*. New York: Penguin.
5. Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P (2010). *Metodología de la investigación* (5ª Ed.). México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.
6. Hichos Posadas, Deysi (2005), *Importancia de la Calidad del empaque en la comercialización de las pastas alimenticias*. Tesis de grado, Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala.

7. Liker, Jeffrey K., TOYOTA (2003), *Como el fabricante más grande del mundo alcanzo el éxito*. Editorial Norma.
8. López Rodríguez, Evelyn (2006), *Propuesta para la implementación de manufactura esbelta en una línea de ensamble, de una empresa dedicada a la industria metal mecánica*. Tesis de grado, Ingeniería Industrial Universidad de San Carlos de Guatemala.
9. Machuca, Domínguez (1995) *Dirección de Operaciones*. Madrid, España. Editorial McGraw-Hill.
10. Monden, Yasuhiro. (1988) *El Sistema de producción Toyota*. Madrid: CDN Ciencias de la dirección. Editorial Norma.
11. Montenegro, Carlos (2006) *Incremento de productividad y calidad en una prensa offset; mediante la aplicación del sistema kaizen*. Trabajo de grado, Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala.
12. Riggs, James (2003) *Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control*. México, Limusa Wiley Editorial.
13. Schonberger, Richard (1996) *Manufactura de clase mundial para el siglo XXI*. Mexico, D.F., Editorial Prentice Hall.
14. Wollman, Thomas (2005) *Planeación y control de Producción – Administración de la Cadena de Suministros*. México, Editorial McGraw-Hill.

15. Woman, James K., Jones, Daniel T. (2007). *La máquina que cambio al mundo*, 10ª Edición, México, D.F. Editorial McGraw Hill Interamericana.